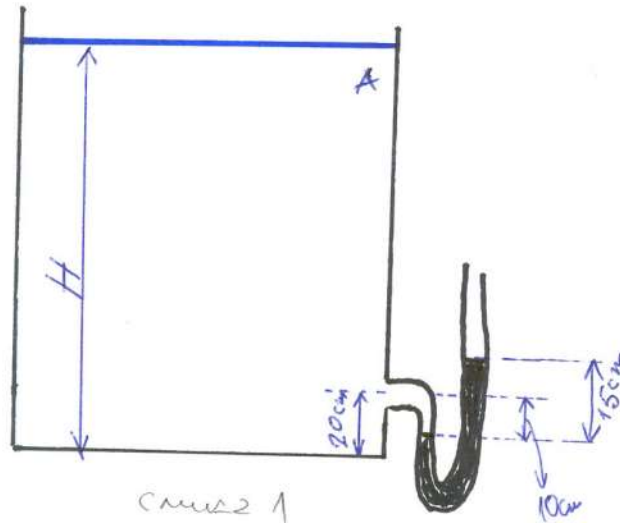


ЗАДАЦИ ЗА ПРИЈЕМНИ ИСПИТ ИЗ ТЕХНОЛОШКИХ ОПЕРАЦИЈА

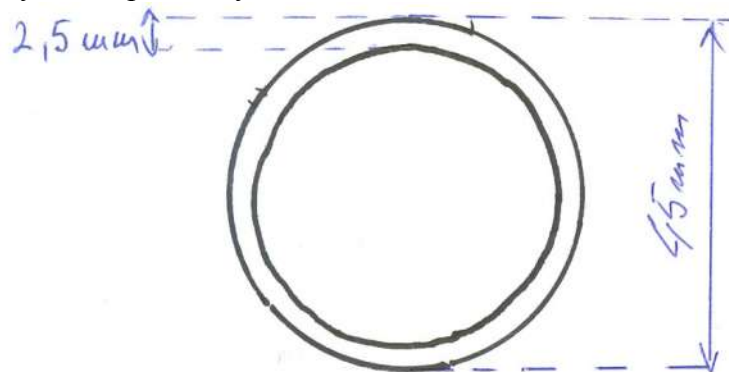
(за кандидате који уписују мастер студије прехранбена технологија, а који у току основних студија нису слушали предмет технолошке операције)

1. У цилиндричном суду А (слика 1) налази се вода до висине H . На растојању 20 cm од дна суда прикључен је U-манометар у коме се налази жива густине 13600 kg/m^3 . Висина воде у левом краку манометра је 10 cm, док је висинска разлика нивоа живе у левом и десном краку манометра 15 cm. Одредити висину течности у суду H .



Слика 1.

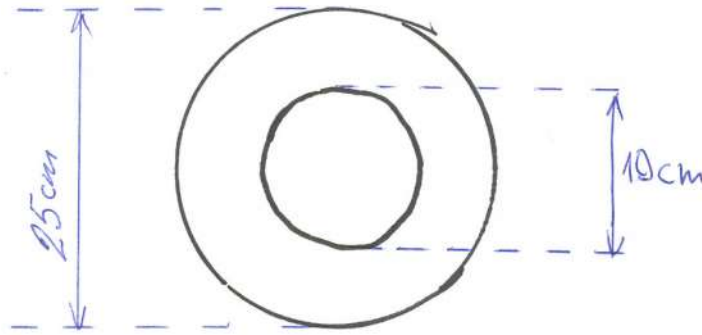
2. Челичним цевоводом профила $45 \times 2,5 \text{ mm}$ (слика 2) протиче вода протоком 10 l/s . Одредити брзину воде кроз цев у m/s .



Слика 2

3. У резервоару се налази 100 m^3 воде која се транспортује цевоводом пречника 40 cm. Средња брзина воде у цевоводу је $1,5 \text{ m/s}$. Одредити за које време ће се резервоар испразнити.
4. Одредити Рејнолдсов број флуида који се креће кроз цевни размењивач топлоте који се састоји од унутрашње цеви пречника 10 cm и спољашње цеви пречника 25 cm (слика 3).

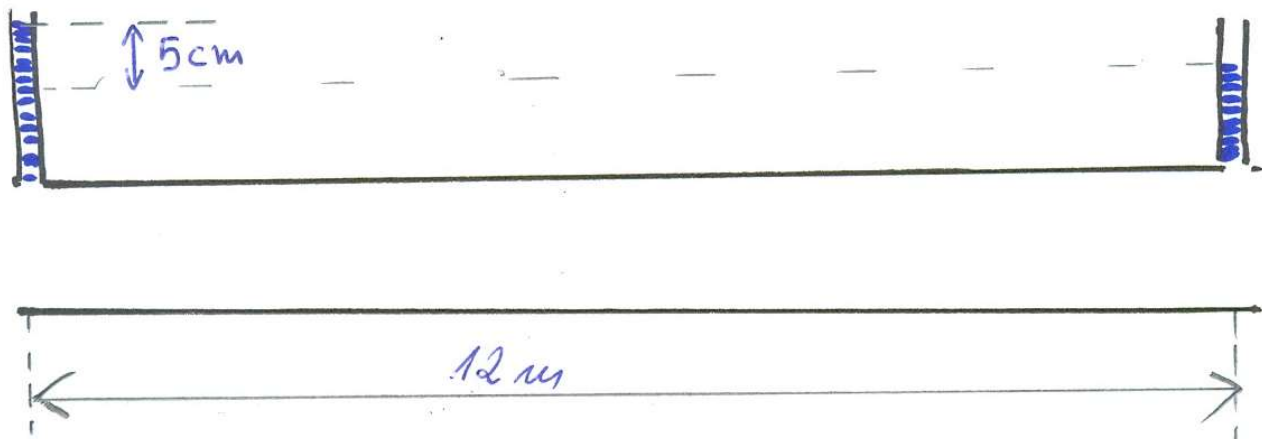
Флуид се креће кроз ануларан простор између спољне цеви и унутрашње цеви протоком од 10 l/s. Густина флуида је 1000 kg/m^3 , а вискозитет 10^{-3} Pa s .



Слика 3

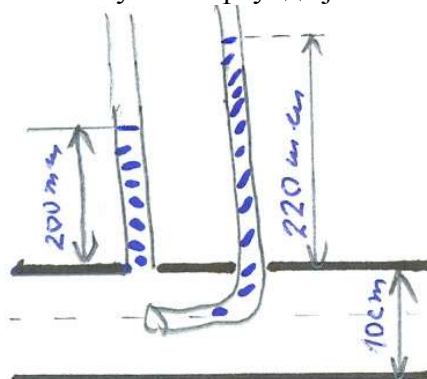
5. На хоризонталном цевоводу кроз који протиче вода на 25°C , прикључене су пијезометарске цеви на међусобном растојању од 12 m (слика 4).

- а) одредити пад притиска између пијезометарских цеви ако је разлика нивоа течности у пијезометрима 5 cm
 б) ако је пречник цеви 20 cm, а проток 15 l/s, одредити коефицијент подужног трења.



Слика 4

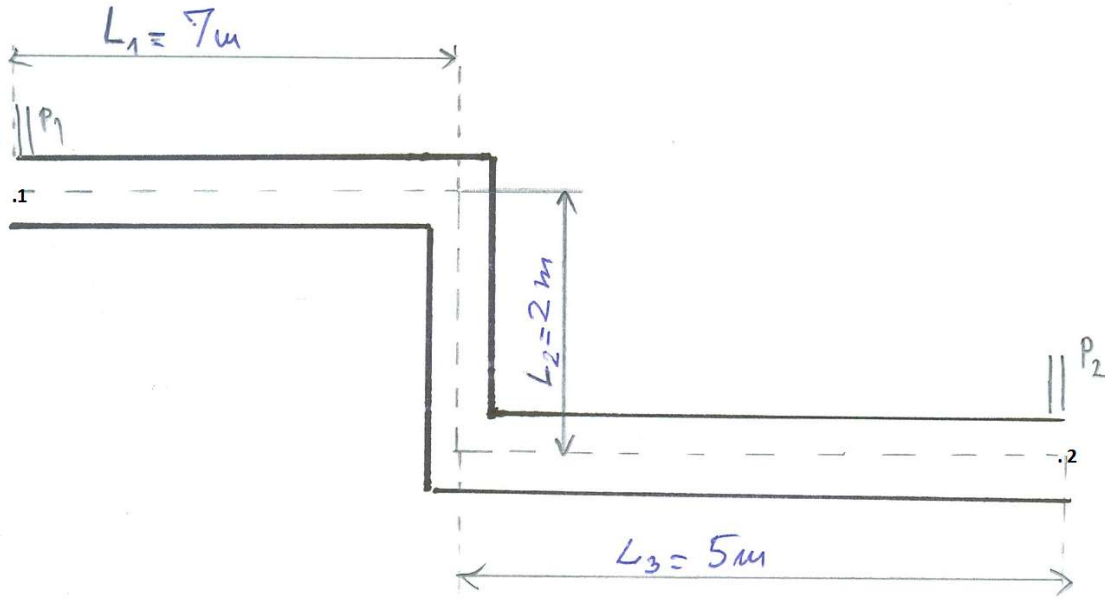
6. На хоризонтални цевовод у тачки 1 прикључени су пијезометарска и Питова цев (слика 5). Висина течности у пијезометру је 200 mm, а у Питовој цеви 220 mm. Одредити проток у цеви ако је пречник цеви 10 cm. Густина флуида је 1000 kg/m^3 , а вискозитет 1 mPas .



Слика 5

7. Кроз цевовод приказан на слици 6 протиче вода крећући се одозго на доле. Пречник цеви је 10 cm, брзина кретања воде је 1,5 m/s, коефицијент подужног трења је 0.017, а коефицијент месног отпора једног колена од 90° је 1,1. Дужина цеви $L_1 = 7$ m, $L_2 = 2$ m и $L_3 = 5$ m.

а) Одредити промену статичког притиска између тачки 1 и 2. Колико је висинско растојање течности у пијезометрима и у ком пијезометру је већа висина течности.



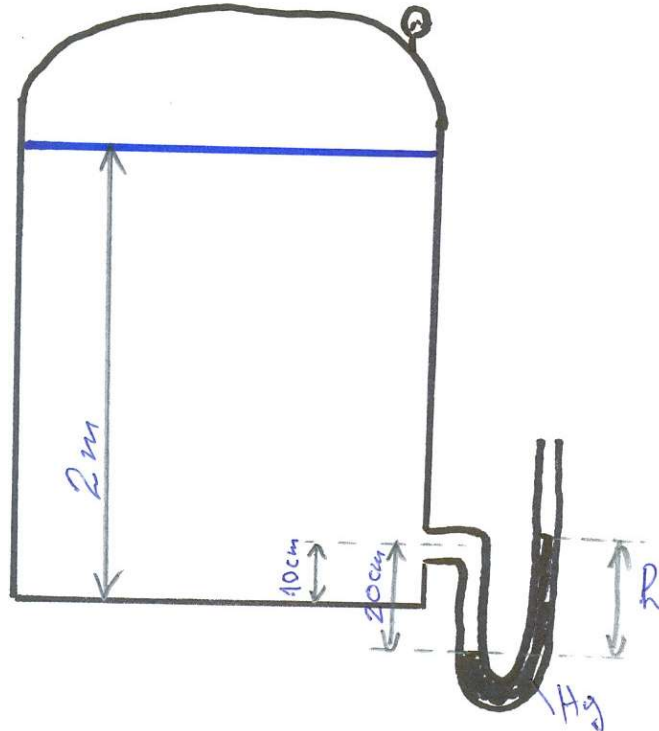
Слика 6

8. Вода температуре 25°C креће се кроз хоризонталан цевовод који се састоји од ширег и ужег цевовода (слика 7). Рејнолдсов број кроз шири цевовод је 70000. Пречник ширег цевовода је 20 cm, а пречник ужег цевовода је 10 cm. Колика је брзина флуида у ширем и ужем делу цевовода? Колики је запремински проток флуида кроз цевовод?



Слика 7

9. У затвореном цилиндричном суду А налази се вода до висине $H = 2\text{ m}$ (слика 8). Изнад нивоа течности постоји надпритисак од 40 kPa . На растојању 10 cm од дна суда прикључен је U-манометар у коме се налази жива густине 13600 kg/m^3 . Висина воде у левом краку манометра је 20 cm . Колика је висинска разлика нивоа живе у левом и десном краку (h) манометра ако је десни крак отворен.

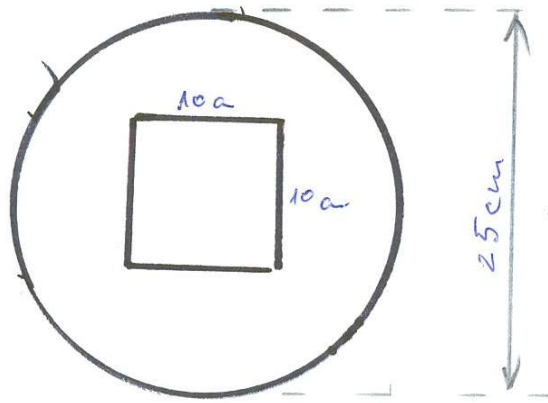


Слика 8

10. Челичним цевоводом профила $35 \times 2,5\text{ mm}$ протиче вода масеним протоком 10 l/s . Одредити брзину воде кроз цев у m/s .

11. За које време ће се напунити резервор од 10 m^3 са водом која се транспортује цевоводом пречника 15 cm . Средња брзина воде у цевоводу је 2 m/s .

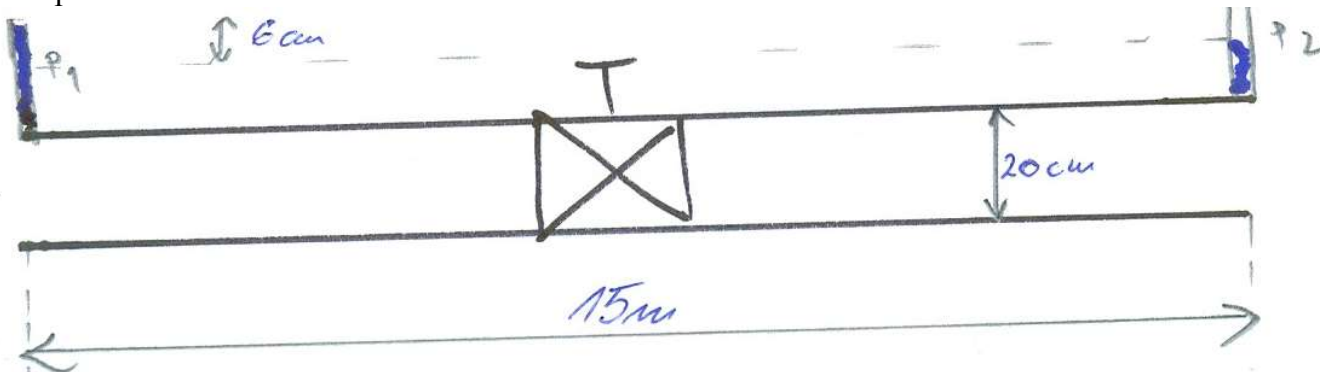
12. Одредити Рејнолдсов број флуида који се креће кроз цевни размењивач топлоте који се састоји од унутрашње квадратне цеви ивице 10 cm и спољашње кружне цеви пречника 25 cm (слика 9). Флуид се креће кроз ануларан простор између спољне цеви и унутрашње цеви протоком од 15 l/s . Густина флуида је 1000 kg/m^3 , а вискозитет 10^{-3} Pa s .



Слика 9

13. На хоризонталном цевоводу кроз који протиче вода на 25°C , прикључене су пијезометарске цеви на међусобном растојању од 15 m (слика 10). Између пијезометара у цеви је смештен потпуно отворен вентил

- одредити пад притиска између пијезометарских цеви ако је разлика нивоа течности у пијезометрима 6 cm
- ако је пречник цеви 20 cm, а проток 20 l/s, коефицијент подужног трења 0.2, одредити месни отпор вентила.

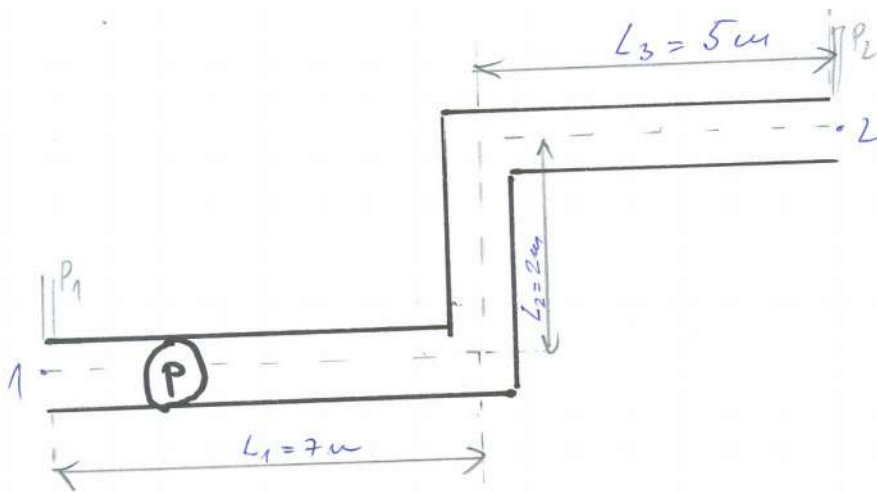


Слика 10

14. На хоризонтални цевовод у тачки 1 прикључени су пијезометарска и Питова цев. Висина течности у пијезометру је 100 mm, а у Питовој цеви 110 mm. Одредити проток у цеви ако је пречник цеви 10 cm. Густина флуида је 1000 kg/m^3 , а вискозитет 1 mPas.

15. Кроз цевовод приказан на слици 11 протиче вода крећући се одоздо на горе. У доњи хоризонтални цевовод инсталирана је пумпа радне висине 5 m. Пречник цеви је 10 cm, брзина кретања воде је 2 m/s, коефицијент подужног трења је 0.017, а коефицијент месног отпора једног колена од 90° је 1,1. Дужина цеви $L_1 = 7 \text{ m}$, $L_2 = 2 \text{ m}$ и $L_3 = 5 \text{ m}$.

- Одредити промену статичког притиска између тачки 1 и 2. Колико је висинско растојање течности у пијезометрима и у ком пијезометру је већа висина течности.



Слика 11

16. Запремина воде у цилиндричном суду је $2,5 \text{ m}^3$, док је пречник цилиндричног суда 70 cm . Израчунати h на манометру који је прикључен на растојању 20 cm од дна суда, а висина воде у левом краку је 35 cm . У манометру је жива густине 13600 kg/m^3 .
17. Профил челичне кружне цеви је $45 \times 1 \text{ cm}$. Израчунати запремински проток воде кроз ову цев ако је брзина флуида у цеви 150 cm/s .
18. Одредити Рејнолдсов број флуида који се креће кроз простор ограничен кружном и квадратном цеви. Пречник кружне цеви је 20 cm , а ивица квадратне цеви је 10 cm . Флуид је вода протока $1 \text{ dm}^3/\text{s}$.
19. Одредити разлику нивоа течности у пијезометарским цевима прикључени на крајевима цеви дужине 8 m , пречника 15 cm , ако је проток воде кроз ову цев 2 l/s , а коефицијент подужног трења $0,05$.
20. Одредити масени проток воде кроз цев пречника 15 cm на коју су прикључене питова и пијезометарска цев. Висина течности у питовој цеви је 25 cm , а у пијезометарској 22 cm .
21. Одредити радну висину дизања пумпе прикључене на систем цевовода приказан на слици 11. Висине течности у пијезометрима су 20 cm и 25 cm , а проток воде кроз цев је 2 l/s . Коефицијент подужног трења је $0,05$, месни отпор колена $1,1$, пречник цеви 15 cm .
22. Турбинска индустријска мешалица пречника мешалице $d_m = 0,3 \text{ m}$, хода $H_m = d_m$, са 4 ребра ($w/d_t = 0,1$) ротира са бројем обртаја од 600 min^{-1} . Одредити теоријску снагу за мешање флуида густине 1100 kg/m^3 , вискозитета $1,2 \times 10^{-3} \text{ Pa s}$. Такође одредити снагу лабораторијске турбинске мешалице чији је пречник мешалице $d_m = 0,1 \text{ m}$ (хода $H_m = d_m$, са 4 ребра, где је $w/d_t = 0,1$) и периферном брзином мешалице која има исту вредност као индустријска мешалица.
23. Лабораторијски филтрациони уређај површине $0,186 \text{ m}^2$ користи се за одређивање филтрационих особина неке суспензије под константним притиском филтрације од 340 kPa при чему су добијени следећи резултати:

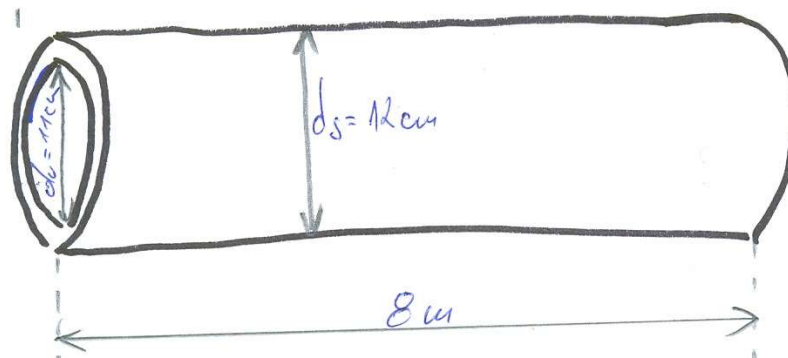
Маса филтрата (kg)	20	40	60	80
Време (min)	8	26	54,5	93

У индустријском филтру, под притиском од 270 kPa филтрира се иста суспензија чија је концентрација за 50 % већа него код суспензије која је филтрирана у лабораторијском уређају. Израчунати количину филтрата која ће проћи у току једног часа кроз индустријски филтер уређај површине $9,3 \text{ m}^2$.

24. Смешу сферичних честица галенита ($\rho_g=7500 \text{ kg/m}^3$) и сфалерита ($\rho_s=4000 \text{ kg/m}^3$) пречника од 50 до 200 μm потребно је раздвојити хидрауличком класификацијом у води ($\rho=1000 \text{ kg/m}^3$, $\mu=1 \cdot 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$). Одредити састав све три фракције

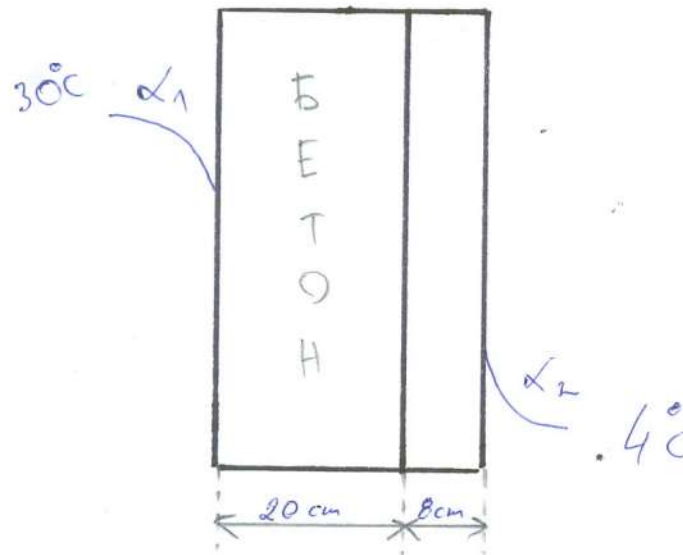
25. Смеша сферичних честица силике и галена (сферичности 0,8) димензија у интервалу од 0,075-0,65 mm, подвргава се хидрауличкој класификацији кроз слободно таложење у води температуре 293 K. Густина силике је 2650 kg/m^3 , док је густина галена 7500 kg/m^3 . Израчунати састав (интервал димензија честица) средње фракције талоба која се састоји од честица силике и честица галена.

26. Одредити температуру на спољашњој површини цеви ако је температура унутрашње површине зида цеви $30 \text{ }^\circ\text{C}$. Дужина цеви је 8 m, спољашњи пречник цеви је 12 cm, а унутрашњи пречник цеви је 11 cm (слика 12). Количина топлоте коју цев предаје спољашњој околини је 2000 W. Коefицијент топлотне проводљивости зида цеви је 45 W/mK .



Слика 12

27. На слици 13 приказан је двослојни зид који се састоји од бетона дебљине 20 cm и слоја непознатог материјала дебљине 8 cm. Одредити коefицијент топлотне проводљивости другог слоја ако је флуks топлоте кроз зид 15 W/m^2 . Температура околног ваздуха је $30 \text{ }^\circ\text{C}$, температура у комори $4 \text{ }^\circ\text{C}$, коefицијент прелаза топлоте $\alpha_1=30 \text{ W/m}^2\text{ }^\circ\text{C}$, а коefицијент прелаза топлоте $\alpha_2=10 \text{ W/m}^2\text{ }^\circ\text{C}$. Коefицијент топлотне проводљивости бетона је $1,28 \text{ W/m}^\circ\text{C}$.

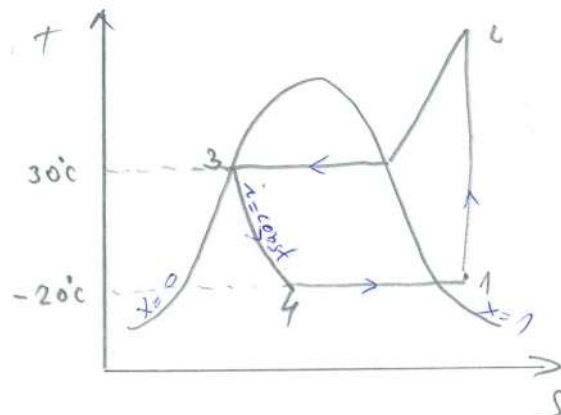


Слика 13

28. Одредити површину пастеризатора ако је запремински проток млека 8 l/s, почетна температура млека је 8 °С а температура млека на крају 72 °С. Температура воде на улазу у размењивач топлоте је 85 °С, а на излазу из размењивача је 55 °С. Коefицијент пролаза топлоте кроз размењивач је 1800 W/m²°С. Такође одредити масени проток воде. Густина млека је 1030 kg/m³, а специфични топлотни капацитет 3,9 kJ/kg°С.

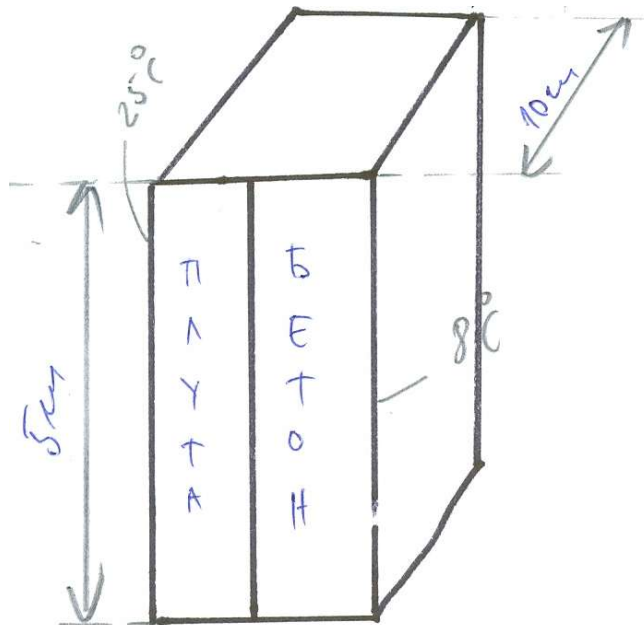
29. Одредити снагу вакумског упаривача који се користи се за производњу кечапа из сока од парадајза у коме је почетни садржај суве материје 20 %. Проток напојне смеше је 1500 kg/h, а њена почетна температура је 20 °С. Садржај суве материје у концентрату је 50%. Упаравање се остварује на притиску од 0,08 bar, а латентна топлота испаравања на притиску од 0,08 bar је 2403 kJ/kg, док је температура кључања 41, 53°С.

30. Хладњача је дужине 80 m, ширине 40 m и висине 6 m. Пренос топлоте из околине у хладњачу је 20 W/m² кроз зидове хладњаче, 5 W/m² кроз под хладњаче и 10 W/m² кроз плафон. Масени проток амонијака од 0,1 kg/s остварује неутралисање топлоте која продире у хладњачу. Одредити енталпију амонијака на изласку из упаривача. Т-s дијаграм расхладног уређаја је приказан на слици 14. (Користити табелу са термодинамичким величинама стања амонијака за равнотежу течност пара).



Слика 14

31. Одредити пренос топлоте кроз двослојан зид који се састоји од слоја плуте дебљине 10 cm и бетона дебљине 20 cm (слика 15). Температура зида са стране плуте је 25 °C, док је температура зида са стране бетона 8 °C. Дужина зида је 10 m, а висина 5 m. Коефицијент топлотне проводљивости плуте је 0,04 W/m°C, а бетона 1,28 W/m°C.



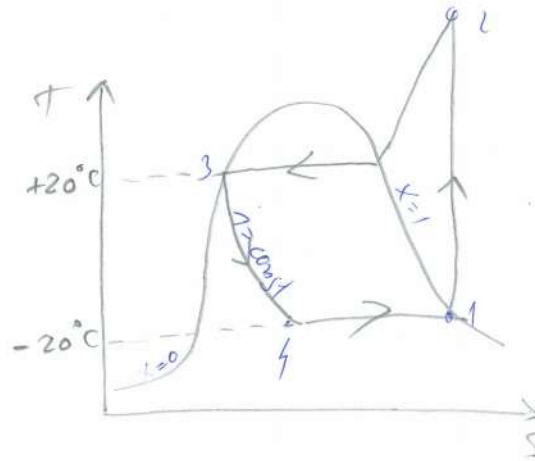
Слика 15

32. Одредити пренос топлоте кроз једнослојан бетонски зид дебљине 20 cm, ако је коефицијент прелаза топлоте $\alpha_1=30$ W/m°C, а коефицијент прелаза топлоте $\alpha_2=10$ W/m°C. Температура са једне стране зида је 25 °C, а са друге стране зида 8 °C. Дужина зида је 10 m, а висина 5 m.

33. Одредити температуру млека на излазу из супротно струјног размењивача топлоте, ако је температура млека на улазу 8 °C, а запремински проток млека 5 l/s. Густина млека је 1030 kg/m³, а специфични топлотни капацитет 3,9 kJ/kgK. За пастеризацију млека користи се вода температуре на улазу од 75 °C, док је температура воде на излазу 50 °C. Запремински проток воде је 10 l/s. Специфични топлотни капацитет воде је 4,1 kJ/kgK.

34. Технолог треба да упари 1000 kg сока од парадајза у испаривачи који ради под притиском од 0,8 bar и коме одговара температура кључања сока од 93,5 °C. Концентрација суве материје у соку је 10 мас.%, а почетна температура сока је 20 °C. Сок треба концентрисати до садржаја суве материје од 40 мас.%. Одредити колико kJ топлоте је неопходно да се изврши упаравање ако је латентна топлота испаравања воде на 0,8 bar 2274 kJ/kg, а специфични топлотни капацитет сока је 3,8 kJ/kg°C.

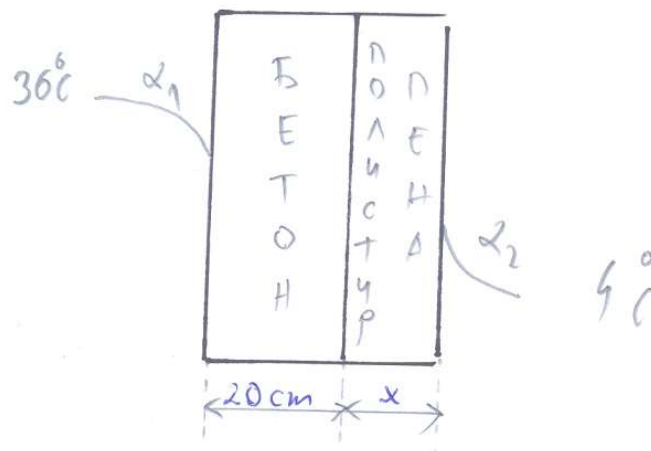
35. Користећи термодинамичке табеле, одредити расхладни капацитет коморе за хлађење ако је масени проток амонијака кроз расхладни систем 0,5 kg/s, температура кондензације +20°C. Т-s дијаграм расхладног система је приказан на слици 16.



Слика 16

36. Одредити количину топлоте која се преда околина кроз зид цеви, ако је температура унутрашње површине зида цеви $30\text{ }^\circ\text{C}$, а температура спољашње површине цеви је $28\text{ }^\circ\text{C}$. Дужина цеви је 10 m , спољашњи пречник цеви је 11 cm , а унутрашњи пречник цеви је 10 cm . Коefицијент топлотне проводљивости зида цеви је 45 W/mK .

37. Одредити дебљину слоја полистиренске пене која је поствљена на бетонски зид дебљине 20 cm (слика 17), тако да флуks топлоте кроз двослојан зид буде 10 W/m^2 . Температура околног ваздуха је $30\text{ }^\circ\text{C}$, температура у комори $4\text{ }^\circ\text{C}$, коefицијент прелаза топлоте $\alpha_1=30\text{ W/m}^2\text{ }^\circ\text{C}$, а коefицијент прелаза топлоте $\alpha_2=10\text{ W/m}^2\text{ }^\circ\text{C}$. Коefицијент топлотне проводљивости полистиренске пене је $0,03\text{ W/m}^\circ\text{C}$, а бетона $1,28\text{ W/m}^\circ\text{C}$.



Слика 17

38. Одредити масени проток воде за хлађење млека почетне температуре $50\text{ }^\circ\text{C}$ и температуре млека на крају $8\text{ }^\circ\text{C}$. Температура воде на улазу у размењивач топлоте је $2\text{ }^\circ\text{C}$, а на излазу из размењивача је $6\text{ }^\circ\text{C}$. Такође одредити средњу логаритамску разлику температура у овом размењивачу топлоте.

39. Вакумски упаривач снаге 200 kW користи се за производњу кечапа из сока од парадајза у коме је почетни садржај суве материје $20\text{ }%$. Проток напојне смеше је 500 kg/h , а њена почетна температура је $20\text{ }^\circ\text{C}$. Одредити масени проток испарене воде и садржај суве

материје у концентрату ако је латентна топлота испаравања на притиску од 0,08 bar је 2403 kJ/kg, док је температура кључања 41,53°C.

40. Хладњача је дужине 60 m, ширине 30 m и висине 5 m. Пренос топлоте из околине у хладњачу је 20 W/m² кроз зидове хладњаче, 5 W/m² кроз под хладњаче и 10 W/m² кроз плафон. Одредити масени проток амонијака кроз расхладни ситем чији је T-s дијаграм приказан на слици 16.

41. Одредити топлотну проводљивост равног металног зида, ако је познато да при провођењу 7560 W кроз површину од 3 m² температура опада за 0,05 °C на сваки 1 mm дебљине зида.

42. Дебљина зида од бетона ($\lambda = 1,28 \text{ W/mK}$) је 20 cm. Температура ваздуха са једне стране зида је 20 °C, а коефицијент прелаза топлоте са ваздуха на зид је $\alpha_1=10 \text{ W/m}^2\cdot\text{°C}$. Температура са друге стране зида је 8 °C, а коефицијент прелаза топлоте са зида на ваздух је $\alpha_2=6 \text{ W/m}^2\cdot\text{°C}$. Одредити брзину преноса топлоте кроз овај зид ако су му ивице 5 m и 3 m.

43. У супротно-струјном размењивачу топлоте пастеризује се млеко са температуре од 30°C до температуре од 72 °C. Проток млека је 4000 l/h. Млеко се загрева преко топле воде чији је улазна температура 85 °C, а излазна 70 °C. Одредити масени проток грејне воде. Специфични топлотни капацитет за воду је 4,2 kJ/kgK, а за млеко је 3,9 kJ/kgK. Густина млека је 1030 kg/m³.

44. Вертикална плоча висине 2 m и дебљине 1 m има температуру од 80 °C и уроњена је у воду константне температуре од 20 °C. Изчунати пренос топлоте са плоче на воду.

45. Једностепени упаривач се употребљава за концентровање напојне смеше са 10 % до 30 % суве материје. Проток напојне смеше је 250 kg/h, а температура 20 °C. Температура испаравања напојне смеше у испаривачу је 90 °C којој одговара латентна топлота испаравања воде од 2283 kJ/kg.

а) Одредити протоке секундарне паре (W) и концентроване течности (Gk)

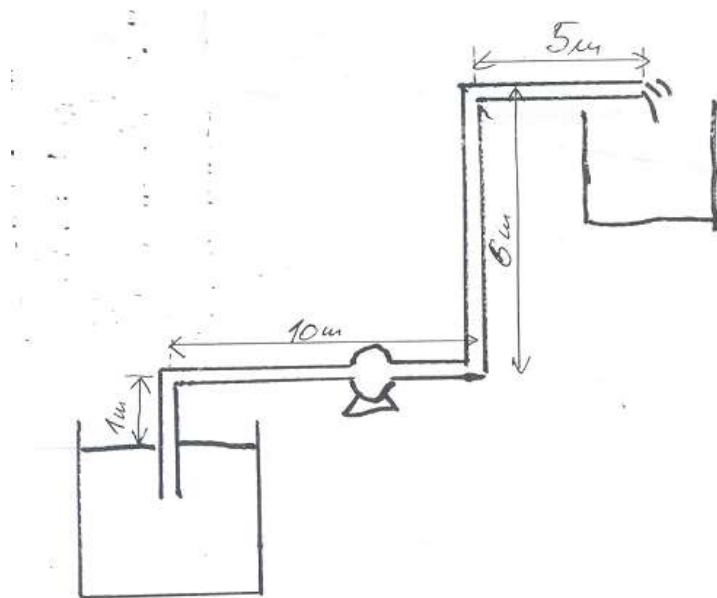
б) Одредити проток примарне грејне паре (D) чији је притисак 1, 98 bar. Температура кондезата је једнака температури примарне грејне паре. При томе занемарити губитке топлоте. Специфични топлотни капацитет раствора је 4 kJ/kgK.

46. Одредити проток амонијака кроз расхладни систем тако да се неутралише топлота која улази у хладњачу и топлота која се генерисала у хладњачи и чији је укупан топлотни проток 600 kW . Температура испаравања амонијака је – 20 °C, а температура кондезације амонијака је + 20 °C. T-s дијаграм расхладног постројења је приказан на слици 16.

47. На цевоводну водоводне мреже приказаној на слици 18 прикључена је пумпа карактеристика приказаним у табели 1. Графички одредити радну тачку пумпе и запремински проток воде кроз мрежу. Коефицијент подужног тренја је 0,02, месни отпор колена од 90 ° је 1,1.

Табела 1

Q [m ³ /h]	0	0,6	1,2	1,8	2,4	3	3,6	4,2	4,8	5,4	6	6,6	7,2
H [m]	23	23	22	21,5	21	20	19	18	17	16	14	12	9



Слика 18.

48. Правоугаона посуда ивица 40 cm и 20 cm је испуњена водом до висине од 15 cm. Ако је температура воде и ваздуха изнад посуде 25 °C, релативна влажност ваздуха 60 %, коефицијент дифузије водене паре кроз ваздух 0,258 cm²/s, дифузиони пут је 3 mm, притисак ваздуха 101325 Pa, одредити за које време ће испарити целокупна течност из посуде.

49. Апсорпција сумпордиоксида (A) и ваздуха (B) изводи се водом (C) у колони са оквашеним зидовима. Коефицијенти прелаза масе у гасној фази је $k = 1,6 \times 10^{-4} \text{ kmolA/m}^2\text{s}(\Delta y)$, а коефицијент прелаза масе у течной фази је $k = 0,8 \times 10^{-4} \text{ kmolA/m}^2\text{s}(\Delta x)$. У једном пресеку колоне

анализа узорка је показала да количина сумпордиоксида (A) у гасној фази износи 25 молских%, а у течной 0.8 молских%. Равнотежа у сисему се дефинише једначином:

$y = 25x$, где су y и x молски удели сумпордиоксида у гасовитој и течной фази.

Одредити:

а) састав на граници фаза (x_i и y_i)

б) молски флуks сумпор-диоксида

в) коефицијенте пролаза масе одређене у односу на погонску силу процеса у гасној фази (K_G) и течной фази (K_L)

50. У противструјној апсорпционој колони врши се уклањање SO₂ из ваздуха помоћу воде.

Притисак у колони је једна атмосфера, док је температура 20 °C. Проток ваздуха је 1000 m³/h са 2 зап.% SO₂. Из гаса се уклони 90% SO₂. Вода која улази у апсорбер садржи 0,005 молских удела SO₂. Проток воде је 1,5 пута већи од минималног. Израчунати проток воде кроз колону.

Равнотежни подаци за систем SO₂/вода дати су у табели 2.

Табела 2. Равнотежни подаци за систем SO₂/вода: 20 °C, 1 atm

Молски удео SO ₂ у течной фази	Молски удео SO ₂ у гасовитој фази
0	0
0.0000562	0.000658
0.0001403	0.00158
0.00028	0.00421

0.000422	0.00763
0.000564	0.0112
0.000842	0.01855
0.001403	0.0342
0.001965	0.0513
0.00279	0.0775
0.0042	0.121
0.00698	0.212
0.01385	0.443
0.0206	0.682
0.0273	0.917

51. Ректификациона колона се напаја са 300 kmol/h 35 vol % етанола на 101,32 kPa. Улазна течност се налази на температури од 25 °C. Дестилат се састоји од 85 vol % етанола, док је концентрација етанола у бојлеру 10 vol % .Рефлуксни однос је 4,5:1. Израчунати проток дестилата (kmol/h), проток из бојлера и број теоријских прагова. Специфични топлотни капацитет воде је 4,186 kJ/kgK, док је специфични топлотни капацитет етанола 2,44 kJ/kgK. Латентне топлоте етанола и воде су 846 kJ/kg и 2257 kJ/kg. Густина етанола је 0.795 g/cm³.

52. У теоријској сушари суши се, при $p = 1 \text{ bar}$, 150 kg/h квашчеве биомасе која садржи 60 масених % влаге, при чему се добија суви квасац са 10 масених процената влаге. На улазу у грејач стање влажног ваздуха је одређено температуром сувог термометра од 20 °C и температуром влажног термометра од 12 °C. Стање отпадног ваздуха одређено је енталпијом $i = 100 \text{ kJ/kg SV}$ и релативном влажношћу од 80%. Скицирати промене стања влажног ваздуха у Молијеровом i - H дијаграму и одредити:

а) потрошњу сувог ваздуха у сушари

б) топлотну снагу грејача ваздуха (kW)

в) колико би се топлоте могло уштедети хлађењем отпадног ваздуха до стања засићења и рекуперативним коришћењем ослобођене топлоте за загревање свежег ваздуха у предгрејачу (kW)

За одређивање термодинамичких параметара влажног ваздуха користити Молијеров дијаграм